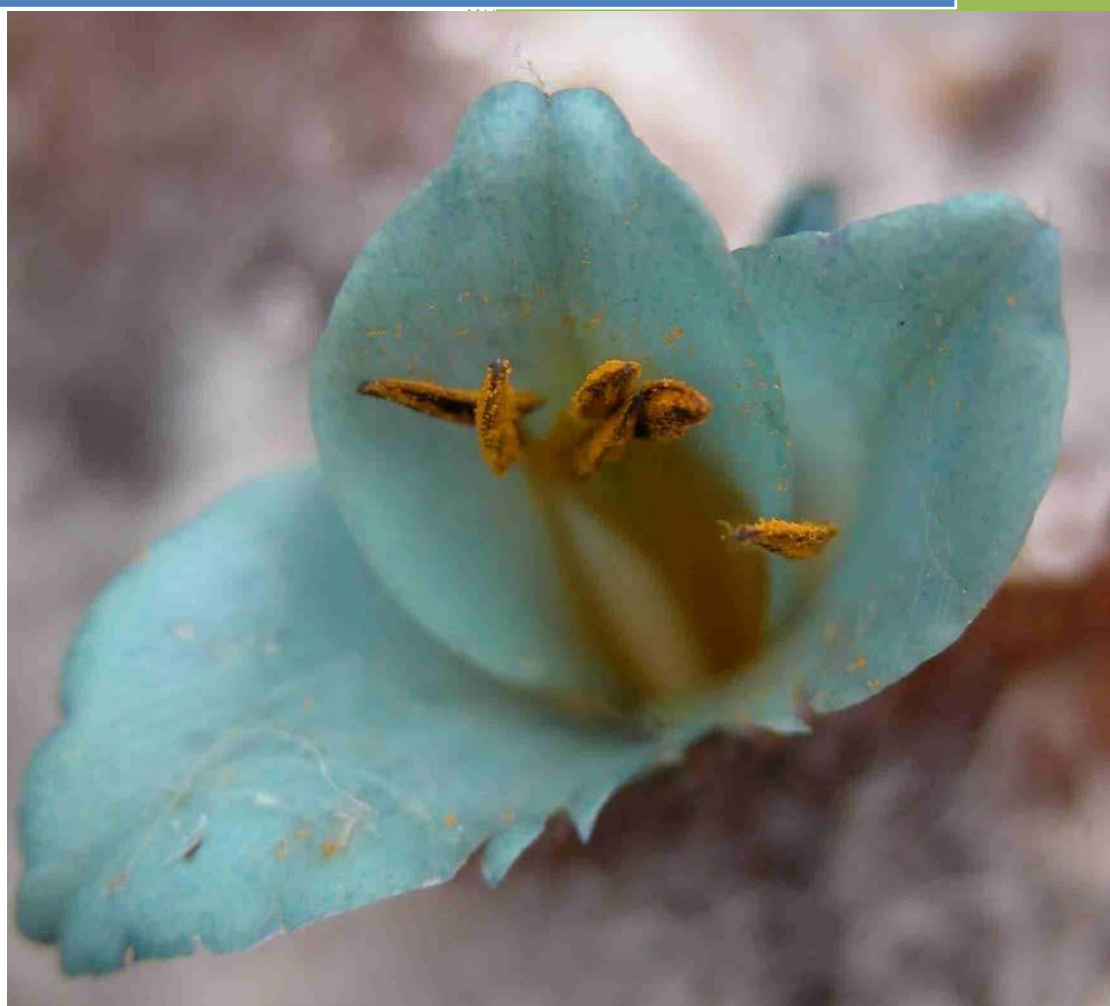


# Inventario botánico y monitoreo de los Parques Nacionales Santa Fe y Omar Torrijos, Panamá



Peter Møller Jørgensen y James S. Miller  
Missouri Botanical Garden

## Resumen del Proyecto

El proyecto llevará a cabo un inventario detallado de las plantas que crecen en los Parques Nacionales Omar Torrijos y de Santa Fe y al mismo tiempo establecerá un sistema de monitoreo para las mismas áreas. Se usarán mejores prácticas y métodos que tienen una historia comprobada y que han sido ampliamente utilizados para garantizar la documentación, la repetibilidad y el intercambio fácil de información y conocimientos entre el Missouri Botanical Garden y sus colaboradores del Ministerio de Ambiente de Panamá y el herbario de la Universidad de Panamá. La línea de base establecida por el proyecto ha sido cuidadosamente diseñada para garantizar un sistema que dure varias décadas como parte de los esfuerzos del Ministerio para monitorear la naturaleza e incluir métodos científicos en la planificación de su conservación.

El proyecto será dirigido y supervisado por el Dr. Peter M. Jørgensen del Missouri Botanical Garden, mientras que la ejecución en Panamá dependerá de un equipo de ocho profesionales y cuatro estudiantes con base en el Herbario de la Universidad de Panamá y en las estaciones de guardabosques en cada parque. El equipo establecerá durante un período de cinco años, una red de parcelas cuantitativas y senderos de observación que cubren las diferentes zonas de vegetación en proporción igual al área que ocupan dentro de los dos Parques Nacionales. El equipo alcanzará, a través de la práctica directa y del liderazgo y guianza del director del proyecto, un nivel de profesionalismo que supera los estándares normales. El equipo participará en la formación de estudiantes paralelamente y en coordinación con la tutoría formal de los profesores de la Universidad. El proyecto garantizará una transferencia de información fluida obtenida en el campo y en el herbario hacia el Ministerio del ambiente a fin de que este conocimiento se pueda utilizar en la gestión de manejo de conservación sistematizada.

El uso de mejores prácticas en la ejecución de un inventario general y la red de parcelas de inventarios forestales en la escala aquí propuesta, hace de este un gigantesco recurso local, nacional e internacional para avanzar hacia la comprensión de la flora, su composición y estructura. La información recogida de las parcelas será extremadamente útil para la comparación con otras redes de parcelas tanto en Panamá como en otros lugares. El enfoque y el intento de hacer el inventario completo de formas de vida difíciles como de árboles grandes, epífitas y musgos, hace este proyecto particularmente interesante. El estimado de 30.000 especímenes de plantas que se obtendrá a través de recolecciones generales y curados en la colección más grande de especímenes de plantas panameñas del Missouri Botanical Garden, constituirá un eje taxonómico para las áreas protegidas que gestiona el Ministerio del Ambiente y servirán como documentación de la importancia de continuar la preservación. También servirán para aumentar el conocimiento de la flora panameña y se incluirán en numerosos trabajos taxonómicos y de conservación en las próximas décadas y hasta siglos.

La formación de jóvenes profesionales, estudiantes de tesis e incluso la posibilidad de estudiantes de postgrado es un importante impacto a largo plazo. El sitio de internet que el proyecto establecerá usará la base de datos de plantas más grande del mundo, pero también desarrollará nuevas interfaces que permitirán al usuario hacer un recorrido virtual por el bosque y seguir por los senderos y vistas panorámicas del bosque. La herramienta que se implementará en el inventario de las orquídeas y otras epífitas permitirá a los visitantes del parque hacer recorridos guiados y supervisados de las colecciones vivas de orquídeas demostrando así la riqueza protegida dentro del bosque en los parques nacionales.

## Descripción del Proyecto

### Introducción

Las áreas protegidas deben gestionarse sobre la base de conocimiento e información (1). Margules and Pressey (1) ven la planificación sistemática de la conservación como una serie iterativa de pasos repetidos donde la investigación continua informa a los planes y las acciones de manejo de conservación. El proyecto propuesto proporcionará la base para iniciar un sistema ideal que permitirá que el Ministerio de Ambiente gestione los Parques Nacionales de Panamá para que su singular biodiversidad y los ecosistemas que contienen puedan mantenerse para las generaciones futuras.

### Objetivos y marco conceptual

Planificación sistemática de la conservación incluye seis pasos:

1. Recopilar datos de biodiversidad de la región en planificación
2. Identificar las metas para la región de planificación
3. Revisar áreas de conservación existentes
4. Escoger áreas de conservación adicionales
5. Implementar acciones de conservación
6. Mantener los valores deseados de las áreas de conservación

El proyecto aquí propuesto ofrece una mejora significativa de los datos disponibles de la biodiversidad [1] y establecer medidas objetivas de la diversidad, así como un sistema de monitoreo que hace posible evaluar si los valores deseables se mantienen [6]. Durante el primer período de cinco años también estaremos mejor informados para ser capaces de proponer metas para la planificación [2] y poder hacer sugerencias para acciones y áreas de conservación adicional si es deseable [4 y 5].

El conocimiento florístico disponible del Parque Nacional Santa Fe (PNSF) y Parque Nacional Omar Torrijos (PNOT) es limitado e incompleto. El proyecto, como parte integral de la consecución de los objetivos anteriores, establecerá durante un período de cinco años:

- Un equipo de investigación de jóvenes botánicos panameños para ejecutar el proyecto bajo la supervisión de Peter M. Jørgensen, investigador principal del proyecto.
- Cuarenta parcelas permanente de 1 hectárea con el objetivo de hacer un seguimiento del desarrollo de los árboles grandes ( $DAP \geq 10$  cm) [DAP=diámetro a la altura del pecho, siglas en inglés DBH].
- Cuarenta parcelas permanentes de un décimo de hectárea (0.1-ha) para hacer el seguimiento del desarrollo los árboles pequeños ( $DAP \geq 2.5$  cm).
- Doscientas subparcelas (20×20 m) para coleccionar musgos que crecen sobre los árboles grandes.
- Veinte senderos de observación de 6–8 km (longitud total aprox. 150 km), para colecciones generales así como registros fotográficos de cambios cada 200 m.
- Dos orquidearios, uno en cada guardianía de cada parque para asegurar la colección y documentación de orquídeas y epífitas.

- La colección de aproximadamente 30.000 especímenes para documentar la diversidad botánica de PNSF y PNOT.
- Transferencia de los conocimientos obtenidos al Ministerio de Ambiente por medio de informes provisionales cada seis meses, así como informes anuales que describen los logros y avances.
- Formar un grupo de jóvenes estudiantes y profesionales panameños bien educados e informados en la planificación sistemática de la conservación del patrimonio natural de Panamá.

## Fundamento lógico e importancia

Para ser eficientes en la protección y conservación de un área, se necesita conocer lo que existe. El primer paso será por tanto, reunir tanto conocimiento florístico como sea posible y al mismo tiempo establecer un sistema de monitoreo que puede servir a los responsables de la toma de decisiones en el futuro. Es inusual y muy raro en América Latina, que la iniciativa para tal esfuerzo venga del gobierno. Esto en sí mismo es muy significativo y posiblemente establecerá nuevos parámetros para otras áreas protegidas en Panamá y puede volverse "contagioso" y servir de ejemplo para otros países. Las principales fuentes de financiación de medio ambiente en Europa y Estados Unidos actualmente están más interesadas en el desarrollo de nuevas técnicas en ciencia que en llevar a cabo recopilación de información a gran escala que es, en nuestro caso, una necesidad primordial para poder conservar sistemáticamente la naturaleza y los recursos que todos dependemos.

## Antecedentes

### Flora de Panamá

Hay tres puntos de referencia en la acumulación de información sobre la flora de Panamá. El primero fue la publicación de la *"Flora of Panama"* completada en 1981 (2-229), el segundo *"Flora of Panama, Checklist and Index"* (230), y el tercero el *Catálogo de las Plantas Vasculares de Panamá* (231). Otros trabajos de gran importancia son la *Flora of Barro Colorado Island* (232) y la Flora Mesoamericana (233-237). La Flora Mesoamericana incluye Panamá y por lo tanto comprenderá, una vez completo, en una nueva síntesis de la flora de Panamá.

La *Flora of Panama* (2-229), iniciada en 1943 por el Missouri Botanical Garden y publicada durante 45 años, incluye más de 6200 especies (238) y luego de su culminación se estimó la flora en 9000–10.000 especies. La *Flora of Panama, Checklist and Index* from 1987, listó 7360 especies en 195 familias (230). La lista no incluyó los aprox. 800–900 helechos y afines, ni las 350 especies de musgos estimadas (230), por tanto el estimado en 1987 era, incluyendo helechos y musgos 9750–10.250 especies. El trabajo de Correa et al. (231) aumentó significativamente el conocimiento de la flora panameña, además incluía un listado completo de los helechos y afines. El número de familias aumentó desde 195 a 224, y de manera similar el número de géneros aumentó de 1813 a 1908. El número de especies de plantas con flores y gimnospermas aumentó de 7360 a 8582. Incluyendo la adición de 938 helechos, el total de plantas vasculares, por tanto, contaba con 9520 especies (231). Desde entonces, información adicional se encuentra dispersa en la literatura botánica taxonómica, pero no existe una síntesis completa y actualizada.

Durante las décadas de la preparación de la *Flora of Panama*, docenas de estudiantes y miembros del personal del Missouri Botanical Garden participaron en un programa de inventario en colaboración con botánicos panameños. Como resultado de este trabajo, el Missouri Botanical Garden tiene la mayor colección de especímenes de herbario de ese país, estimado en casi en 200.000 colecciones. Debido a que el herbario de MBG sirvió como el recurso principal para la preparación de la *Flora of Panama*, sigue desempeñando un papel muy importante para el proyecto Flora Mesoamericana y constituye una colección de referencia no superada para las plantas panameñas.

## Los Parques Nacionales

El **Parque Nacional Santa Fe** (PNSF) fue creado mediante Decreto Ejecutivo Nº 147 del 11 de diciembre de 2001. Se ubica en el distrito de Santa Fe, provincia de Veraguas y según este Decreto Ejecutivo ocupa una extensión de 72.636 hectáreas<sup>1</sup>. El PNSF, es un área con excelente cobertura boscosa, el 97,4% de su extensión cuenta con bosques maduros y solo el 2,6% constituyen áreas intervenidas y secundarios.

Si bien la mayoría de la población se ubica en la zona colindante al área protegida, existen predios utilizados para actividad agropecuaria dentro de sus límites. Además, se puede observar una creciente presión consecuencia de la ampliación de la frontera agrícola. La zona de la vertiente del Pacífico presenta la mayoría de área agropecuaria, en sitios como: Alto de Piedra, Narices, El Pantano, Chitra y Las Barretas. El avance de la frontera agrícola en estas zonas es notorio. La vertiente del Caribe es mejor preservada aunque presenta algunos sitios de expansión agrícola (Guabal, Calovébora, río Luis). Otro sitio donde se realizan actividades agrícolas itinerantes es el área suroeste que limita con el área comarcal Ngöbe Bugle.

El **Parque Nacional General de División Omar Torrijos Herrera** (PNOT), está ubicado en la Cordillera Central entre las provincias de Coclé y Colón y cuenta con una extensión de 25.875 ha. El parque está específicamente, ubicado en la provincia de Coclé en los distritos de la Pintada y Olá, y una pequeña área perteneciente al distrito de Donoso en la provincia de Colón. Aproximadamente el 85% de la superficie del PNOT está cubierto por bosque maduros, mayormente ubicados en la parte más occidental del área, seguidas por los bosque de la Cordillera Central hacia los límites de la región más oriental del área protegida.

Los suelos ubicados en las estribaciones de la región montañosa que drenan hacia la vertiente del Pacífico, así como los localizados en la periferia de la parte NE del PNOT, hacia la región de Caño Sucio y

---

<sup>1</sup> Hay una discrepancia de 55.4 km<sup>2</sup> entre la zona de Santa Fe conforme a lo dispuesto por el Decreto citado y los números obtenidos de los archivos de forma o *shapefiles* proporcionados por el Ministerio de Ambiente. En las tablas a continuación se ha usado los *shapefiles*. [*shapefile* =formato de archivo informático propietario de datos espaciales desarrollado por la compañía ESRI para Sistemas de Información Geográfica]. Las Juntas y los suelos ubicados en la franja central del área protegida, están siendo utilizados para la ganadería a pequeña escala y cultivos agrícolas.

## Trabajo botánico anterior en el área de estudio

Una búsqueda de información en la base de datos Tropicos® del Missouri Botanical Garden reveló aprox. 13.083 colecciones de los dos parques nacionales. La búsqueda utiliza un área rectangular con límites latitudinales en 8,456 y 8,739 y los límites longitudinales en -80,459 y -81,185. Como consecuencia se incluyen áreas que están fuera de los Parques Nacionales; sin embargo, proporciona por el momento, la mejor manera de generar una visión general de conocimiento actual de la zona. La búsqueda resultó en una lista de especímenes (13.083) representando 216 familias, 963 géneros y 3413 especies (incl. infraespecíficos). El listado de los taxones se puede encontrar en el apéndice 1.

### *Tipos de vegetación*

Existen numerosos sistemas de clasificación de bosques. Sin embargo, el sistema de zonas de vida desarrollado Holdridge (239), es el más ampliamente utilizado y también proporciona una división más fina y más significativa para el inventario y seguimiento de trabajos (tabla 1). El sistema de Holdridge, por tanto, se utilizará en este proyecto y constituirá la base para su ejecución.

**Tabla 1.** Área en km<sup>2</sup> de las distintas zonas de vida dentro de los dos Parques Nacionales

| <b>Zona de Vida</b>          | <b>Omar Torrijos</b> | <b>Santa Fe</b> | <b>Total</b>  |
|------------------------------|----------------------|-----------------|---------------|
| Bosque Húmedo Tropical       |                      | 0.3             | 0.3           |
| Bosque Muy Húmedo Premontano | 13.0                 | 57.7            | 70.7          |
| Bosque Muy Húmedo Tropical   | 81.1                 | 104.8           | 185.9         |
| Bosque Pluvial Montano Bajo  | 20.3                 | 117.7           | 138           |
| Bosque Pluvial Premontano    | 144.4                | 485.6           | 630           |
| Bosque Seco Premontano       |                      | 15.7            | 15.7          |
| <b>Total</b>                 | <b>258.8</b>         | <b>781.8</b>    | <b>1040.6</b> |

La Tabla 1 ofrece un resumen de las zonas de vida presentes en los parques. Los sitios de inventario y monitoreo usarán un área de 2 × 2 km (4 km<sup>2</sup>) (ver métodos más abajo), y como consecuencia los tipos de bosques con una extensión de menos de 4 km<sup>2</sup>, como Bosque Húmedo Tropical, no será posible realizar un muestreo significativo. Otros tres tipos, Bosque Muy Húmedo Premontano en el PNOT (13 km<sup>2</sup>), Bosque Seco Premontano en PNSF (15,7 km<sup>2</sup>) y Bosque Pluvial Montano Bajo en el PNOT (20,3 km<sup>2</sup>), están presentes a extensiones muy pequeñas y puede ser difícil de incluir un sitio que haga posible estudiarlos adecuadamente (ver figura 1), e imposible hacer repeticiones. El Bosque Seco Premontano (15,7 km<sup>2</sup>) solo estaría representada por un solo sitio en PNSF, que es interesante para la integridad del inventario, pero no habrá ninguna base para comparar. Por otro lado, las unidades más grandes en ambos parques Bosque Muy húmedo Tropical y Bosque Pluvial Premontano están bien representadas en ambos parques y la única preocupación será el acceso.

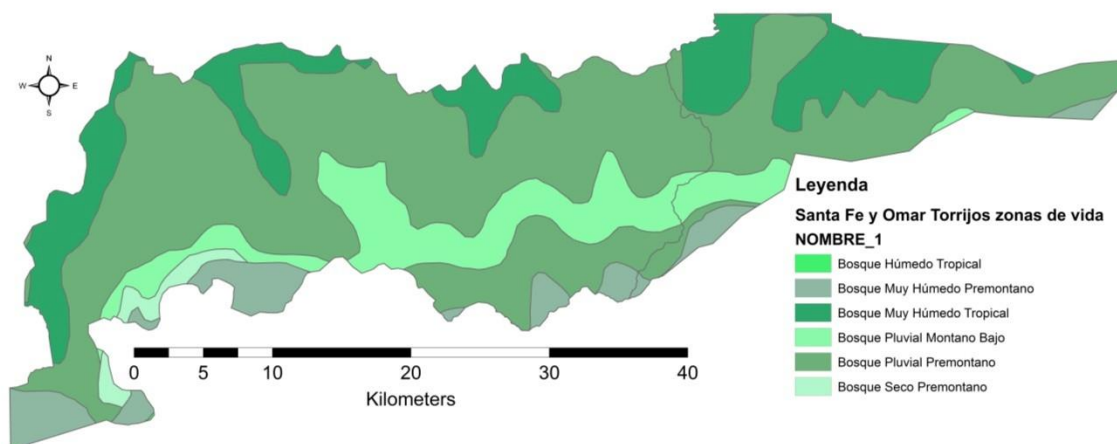


**Figura 1.** Mapa de las zonas de vida en Omar Torrijos y Santa Fe.

Los tipos de vegetación de la UNESCO enumerados las líneas 2, 3, 5 y 7, de la tabla 2 son áreas de intervención humana y por lo tanto no adecuadas para el monitoreo de la vegetación nativa intacta, pero pueden a menudo utilizarse beneficiosamente para trabajo de inventario debido a la reducción de la cobertura vegetal y la mayor intensidad de la luz promueve la floración y hace más fácil recolectar muchas formas de vida. Después de la exclusión de estos cuatro tipos de vegetación de la UNESCO, uno se enfrenta de nuevo con el hecho de que un área relativamente pequeña está ocupada por los tipos en las líneas 1 y 6, mientras la mayoría de ambos parques cae dentro del Bosque siempreverde ombrofilo latifoliado submontano (línea 4). Si se utilizaría este sistema de tipos de vegetación, habría un riesgo bastante grande de que no se representen diferencias importantes en la vegetación presente en los dos parques.

**Tabla 2.** Área en km<sup>2</sup> de los distintos tipos de vegetación de la UNESCO dentro de los dos Parques Nacionales

| <b>Tipos de vegetación de la UNESCO</b>                                                                                                   | <b>Omar Torrijos</b> | <b>Santa Fe</b> | <b>Total</b>  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------|---------------|
| I.A.1.a.(1) Bosque siempreverde ombrofilo tropical latifoliado de tierras bajas                                                           | 0.9                  | 15.9            | 16.8          |
| I.A.1.a.(1) Bosque siempreverde ombrofilo tropical latifoliado de tierras bajas - bastante intervenido                                    | 0.6                  | 6.3             | 6.9           |
| I.A.1.a.(1) Bosque siempreverde ombrofilo tropical latifoliado de tierras bajas - poco intervenido                                        | 5.5                  |                 | 5.5           |
| I.A.1.b.(1) Bosque siempreverde ombrofilo tropical latifoliado submontano (500–1000 m Caribe, 700–1200 m Pacífico)                        | 174.4                | 673.1           | 847.5         |
| I.A.1.b.(1) Bosque siempreverde ombrofilo tropical latifoliado submontano (500–1000 m Caribe, 700–1200 m Pacífico) - bastante intervenido | 76.6                 | 39.9            | 116.5         |
| I.A.1.c.(1) Bosque siempreverde ombrofilo tropical latifoliado montano (1000–1500 m Caribe, 1200–1800 m Pacífico)                         |                      | 34.2            | 34.2          |
| SP.A. Sistema productivo con vegetación leñosa natural o espontánea significativa (10–50%)                                                | 0.8                  | 12.5            | 13.3          |
| <b>Total</b>                                                                                                                              | <b>258.8</b>         | <b>781.8</b>    | <b>1040.6</b> |

### Cobertura vegetal e impacto humano

La tabla 3 muestra que aunque varias zonas dentro de PNSF y PNOT presentan problemas con intervención humana, 978,6 km<sup>2</sup> de los 1040,6 km<sup>2</sup> (94%) se considera bosque maduro con actividad humana muy limitada o sin ella.

**Tabla 3.** Área en km<sup>2</sup> de los diferentes tipos de cobertura vegetal en los dos Parques Nacionales

| Cobertura de Vegetación          | Omar Torrijos | Santa Fe     | Total         |
|----------------------------------|---------------|--------------|---------------|
| Bosque Intervenido               | 22.3          | 9.6          | 31.9          |
| Bosque Maduro                    | 216.4         | 762.3        | 978.6         |
| Rastrojos (Bosque Pionero)       | 10.7          | 2.8          | 13.5          |
| Uso Agropecuario de Subsistencia | 9.4           | 7.2          | 16.6          |
| <b>Total</b>                     | <b>258.8</b>  | <b>781.8</b> | <b>1040.6</b> |

La tabla 4 sugiere que ninguna área dentro de los dos parques se considera apta para la agricultura. Es claro que se deben evitar iniciativas agrícolas y la agrícola sostenible será imposible. Iniciativas agrícolas podrían conducir muy rápido a la sobre explotación de los suelos, que conduciría a la tala adicional de bosque para poder sostener cualquier operación agrícola. Por lo tanto, está claro que el uso más adecuado de la zona de los dos parques es conservar la biodiversidad y mantener lo más intactos posible los ecosistemas naturales que se encuentran.

**Tabla 4.** Área en km<sup>2</sup> de la evaluación de potencia agrícola dentro de los dos Parques Nacionales

| Agricultura potencial                                                                  | Omar Torrijos | Santa Fe     | Total         |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|---------------|
| No arable, con limitaciones muy severas, apta para pastos, bosques, tierras de reserva | 18.7          | 32.2         | 50.9          |
| No arable, con limitaciones que impiden su uso en la producción de plantas comerciales | 234.5         | 749.6        | 984.1         |
| No arable, con limitaciones severas, apta para pastos, bosques, tierras de reservas    | 5.6           |              | 5.6           |
| <b>Total</b>                                                                           | <b>258.8</b>  | <b>781.8</b> | <b>1040.6</b> |

### Clima

Panamá experimenta un clima tropical típico, con un nivel similar de la variación diaria de temperatura como ocurre durante el año; esto se puede ver fácilmente comparando la variación diurna (BIO2) con la variación anual (BIO7) en la tabla 5. Sin embargo, hay una estación lluviosa de mayo a noviembre y una estación seca de diciembre a abril. La temperatura media fluctúa entre los 17°C y 26°C, con extremos de 12°C y 30°C.

**Tabla 5.** Mínima, máxima, media y desviación estándar para las 19 variables bioclimáticas (BioClim 1–19) y temperaturas mínima y máxima para el PNSF y PNOT (240).

|                                       |            | Santa Fe | Omar Torrijos |
|---------------------------------------|------------|----------|---------------|
| <b>BIO1 = Temperatura media anual</b> | Mín.       | 16.8C    | 17.9C         |
|                                       | Máx.       | 25.6C    | 26.2C         |
|                                       | Media      | 22.0C    | 23.3C         |
|                                       | Desv. Est. | 1.8C     | 1.8C          |
| <b>Temperatura Mínima</b>             | Mín.       | 12.2C    | 13.4C         |
|                                       | Máx.       | 20.8C    | 21.8C         |
|                                       | Media      | 17.2C    | 18.7C         |

|                                                                                          |            |           |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|
| <b>Temperatura Máxima</b>                                                                | Desv. Est. | 1.7C      | 1.9C      |
|                                                                                          | Mín.       | 21.4C     | 22.5C     |
|                                                                                          | Máx.       | 30.4C     | 30.6C     |
|                                                                                          | Media      | 26.8C     | 27.9C     |
| <b>BIO2: Rango de temperatura diurno medio<br/>(Media mensual (máx temp - mín temp))</b> | Desv. Est. | 1.9C      | 1.8C      |
|                                                                                          | Mín.       | 8.5C      | 8.0C      |
|                                                                                          | Máx.       | 9.3C      | 8.7C      |
|                                                                                          | Media      | 8.8C      | 8.4C      |
| <b>BIO3 = Isotermalidad (BIO2/BIO7) (* 100)</b>                                          | Desv. Est. | 1.6C      | 1.3C      |
|                                                                                          | Mín.       | 7.3       | 7.3       |
|                                                                                          | Máx.       | 7.9       | 7.8       |
|                                                                                          | Media      | 7.6       | 7.6       |
| <b>BIO4 = Estacionalidad de la temperatura<br/>(desviación estándar *100)</b>            | Desv. Est. | 1.0       | 0.9       |
|                                                                                          | Mín.       | 39.4      | 46.2      |
|                                                                                          | Máx.       | 61.0      | 73.6      |
|                                                                                          | Media      | 48.6      | 60.6      |
| <b>BIO5 = Temperatura máx. del mes más caliente</b>                                      | Desv. Est. | 4.2       | 5.6       |
|                                                                                          | Mín.       | 22.9C     | 24.1C     |
|                                                                                          | Máx.       | 32.2C     | 32.5C     |
|                                                                                          | Media      | 28.4C     | 29.6C     |
| <b>BIO6 = Temperatura mín. del mes más frío</b>                                          | Desv. Est. | 1.9C      | 1.9C      |
|                                                                                          | Mín.       | 12.0C     | 13.2C     |
|                                                                                          | Máx.       | 20.8C     | 21.8C     |
|                                                                                          | Media      | 17.0C     | 18.7C     |
| <b>BIO7 = Rango de temperatura anual (BIO5-BIO6)</b>                                     | Desv. Est. | 1.7C      | 1.9C      |
|                                                                                          | Mín.       | 10.7C     | 10.5C     |
|                                                                                          | Máx.       | 12.5C     | 11.3C     |
|                                                                                          | Media      | 11.4C     | 10.9C     |
| <b>BIO8 = Temperatura media del trimestre más<br/>húmedo</b>                             | Desv. Est. | 2.9C      | 1.4C      |
|                                                                                          | Mín.       | 17.0C     | 18.1C     |
|                                                                                          | Máx.       | 25.9C     | 26.0C     |
|                                                                                          | Media      | 22.1C     | 23.2C     |
| <b>BIO9 = Temperatura media del trimestre más<br/>seco</b>                               | Desv. Est. | 1.8C      | 1.8C      |
|                                                                                          | Mín.       | 17.6C     | 18.8C     |
|                                                                                          | Máx.       | 26.0C     | 26.8C     |
|                                                                                          | Media      | 22.6C     | 23.8C     |
| <b>BIO10 = Temperatura media del trimestre más<br/>caliente</b>                          | Desv. Est. | 1.6C      | 1.7C      |
|                                                                                          | Mín.       | 17.9C     | 19.1C     |
|                                                                                          | Máx.       | 27.0C     | 27.7C     |
|                                                                                          | Media      | 23.2C     | 24.6C     |
| <b>BIO11 = Temperatura media del trimestre más<br/>frío</b>                              | Desv. Est. | 1.8C      | 1.9C      |
|                                                                                          | Mín.       | 16.8C     | 17.9C     |
|                                                                                          | Máx.       | 25.6C     | 25.8C     |
|                                                                                          | Media      | 21.9C     | 23.0C     |
| <b>BIO12 = Precipitación anual</b>                                                       | Desv. Est. | 1.8C      | 1.8C      |
|                                                                                          | Mín.       | 2434 mm   | 2457 mm   |
|                                                                                          | Máx.       | 3078 mm   | 3091 mm   |
|                                                                                          | Media      | 2709.4 mm | 2897.6 mm |
| <b>BIO13 = Precipitación del mes más lluvioso</b>                                        | Desv. Est. | 165.7 mm  | 156.5 mm  |
|                                                                                          | Mín.       | 360 mm    | 358 mm    |
|                                                                                          | Máx.       | 571 mm    | 577 mm    |
|                                                                                          | Media      | 448 mm    | 498 mm    |

|                                                                             |            |           |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|
| <b>BIO14 = Precipitación del mes más seco</b>                               | Desv. Est. | 47.5 mm   | 49.9 mm   |
|                                                                             | Mín.       | 11 mm     | 11 mm     |
|                                                                             | Máx.       | 53 mm     | 50 mm     |
|                                                                             | Media      | 30.5 mm   | 27.0 mm   |
|                                                                             | Desv. Est. | 9.7 mm    | 8.6 mm    |
| <b>BIO15 = Estacionalidad de la precipitación(Coeficiente de Variación)</b> | Mín.       | 51        | 46        |
|                                                                             | Máx.       | 71        | 71        |
|                                                                             | Media      | 60.8      | 61.4      |
|                                                                             | Desv. Est. | 4.0       | 5.5       |
| <b>BIO16 = Precipitación del trimestre más húmedo</b>                       | Mín.       | 978 mm    | 908 mm    |
|                                                                             | Máx.       | 1422 mm   | 1416 mm   |
|                                                                             | Media      | 1164.5 mm | 1233.0 mm |
|                                                                             | Desv. Est. | 97.6 mm   | 113.9 mm  |
| <b>BIO17 = Precipitación del trimestre más seco</b>                         | Mín.       | 76 mm     | 86 mm     |
|                                                                             | Máx.       | 193 mm    | 220 mm    |
|                                                                             | Media      | 138.9 mm  | 133.2 mm  |
|                                                                             | Desv. Est. | 19.9 mm   | 31.6 mm   |
| <b>BIO18 = Precipitación del trimestre más caliente</b>                     | Mín.       | 376 mm    | 380 mm    |
|                                                                             | Máx.       | 515 mm    | 474 mm    |
|                                                                             | Media      | 414.5 mm  | 425.7 mm  |
|                                                                             | Desv. Est. | 31.0 mm   | 24.0 mm   |
| <b>BIO19 = Precipitación del trimestre más frío</b>                         | Mín.       | 415 mm    | 524 mm    |
|                                                                             | Máx.       | 1349 mm   | 1354 mm   |
|                                                                             | Media      | 735.5 mm  | 1064.9 mm |
|                                                                             | Desv. Est. | 302.0 mm  | 185.0 mm  |
| <b>Elevación</b>                                                            | Mín.       | 141 m     | 116 m     |
|                                                                             | Máx.       | 1704 m    | 1516 m    |
|                                                                             | Media      | 806.1 m   | 641.1 m   |
|                                                                             | Desv. Est. | 313.5 m   | 316.7 m   |

La precipitación media anual oscila entre 2400 y 3100 mm, pero debido a la temporada seca el mes más seco en algunas localidades puede caer a niveles de alrededor de 10 mm, mientras que la precipitación en el mes más húmedo puede llegar a 600 mm. La información completa resumida acerca de los niveles de temperatura, precipitación, elevación y todas las variables bioclimáticas fue extraída de la página de Internet de WorldClim (<http://www.worldclim.org/>; véase Hijmans et al. (240) y el resumen en la tabla 5).

## Estrategia para el inventario y monitoreo

El plan de acción se basa en los siguientes enfoques complementarios:

- Establecer un equipo de jóvenes panameños con formación en los métodos que se aplicarán
- Realizar un inventario en base a documentación verificable (colecciones botánicas) e ingresar cuidadosamente la información asociada a la base de datos
- Establecer un sistema de monitoreo que permite una evaluación continua del estado general de los sitios seleccionados
- Ayudar en la educación formal y entrenamiento de botánicos panameños dentro y fuera del país; y

- Informes anuales y exportación bianual de datos brutos para ser incorporado en el sistema de información establecido por el Ministerio de Ambiente.

## Establecimiento del equipo de trabajo

El equipo consistirá de un director del proyecto (Peter M. Jørgensen en St. Louis, tiempo parcial), un asistente administrativo (a determinarse en St. Louis, tiempo parcial) y personal en Panamá que constará de ocho empleados a tiempo completo y cuatro estudiantes. El equipo de Panamá será responsable de ejecutar todas las funciones bajo la supervisión del director del proyecto. El equipo panameño se seleccionará mediante un proceso de convocatoria abierta en la que los interesados solicitarán los puestos de trabajo anunciados. Las solicitudes serán evaluadas por un representante del Ministerio de Ambiente, un representante del herbario de la Universidad de Panamá y el director del proyecto. Los anuncios de empleo serán distribuidos tan pronto como el Ministerio de Ambiente apruebe oficialmente el proyecto. Los títulos propuestos, roles y funciones de todo el personal son:

- Director
  - Coordinación y administración:
    - Responsable general del desarrollo del proyecto.
    - Responsable de contratación del personal en Panamá.
    - Responsable de presupuestos.
    - Responsable de revisión y edición de informes para el Ministerio de Ambiente.
    - Realizar evaluación del trabajo anual del personal y estudiantes en Panamá.
  - Investigación:
    - Investigador principal y por tanto involucrado en todos los aspectos de investigación del proyecto, como mínimo en una función de asesoramiento.
- Asistente administrativo
  - Función de asistir al director.
  - Responsable de compras de equipo en los Estados Unidos y su envío a Panamá.
  - Revisar los informes financieros antes de presentarlos a la oficina financiera del Missouri Botanical Garden.
  - Participa en la preparación de informes.
  - Asistir con la logística de los viajes hacia y desde Panamá, incluye el procesamiento de visas.
- Coordinador y líder científico.
  - Coordinación y administración:
    - Coordinación general de las actividades del proyecto, planificación de las actividades, elaboración de cronogramas semestrales y anuales.
    - Representante del proyecto ante el Herbario de la Universidad de Panamá e instituciones homologas en Panamá.
    - Responsable de la supervisión del personal del proyecto.
    - Elaboración de informes científicos para el Ministerio de Ambiente.
  - Investigación:
    - Organizar, dirigir y participar de las expediciones de campo para la evaluación cuantitativa de la vegetación y la colección de plantas en PNOT y PNSF.
    - Responsable del componente taxonómico: realización, revisión y corrección de las identificaciones de la colección de plantas del proyecto.
    - Reportar nuevas especies y nuevos registros encontrados en PNOT y PNSF.

- Desarrollar proyectos de investigación dentro de los objetivos del proyecto y escribir artículos científicos.
- Difusión y entrenamiento:
  - Entrenamiento en taxonomía y sistemática al personal del proyecto.
  - Apoyo en la organización y participación del proyecto en eventos científicos y no científicos.
- Administrador financiero e investigador
  - Coordinación y administración:
    - Elaboración de informes científicos para el Ministerio de Ambiente.
    - Elaboración de informes económicos para el Missouri Botanical Garden.
    - Actualización y mantenimiento del *Curriculum Vitae* del proyecto.
    - Coordinar la administración del personal contratado para la realización del proyecto.
    - Coordinar y guiar al personal en la realización de trámites y de todos los procesos laborales.
    - Responsable del control de asistencia del personal.
  - Investigación:
    - Organizar, dirigir y participar de las expediciones de campo para la evaluación cuantitativa de la vegetación y la colección de plantas en PNOT y PNSF.
    - Responsable del ingreso y actualización de datos de inventarios a la base de Tropicos®.
    - Responsable de la organización y manejo de planillas de inventarios (originales y escaneadas en formato PDF).
    - Responsable de realizar copias de respaldo, ordenamiento y actualización de la información electrónica generada por el proyecto.
    - Realizar la identificación taxonómica de las colecciones del proyecto.
    - Desarrollar proyectos de investigación dentro de los objetivos del proyecto y escribir artículos científicos.
  - Difusión y entrenamiento:
    - Responsable del entrenamiento de estudiantes y voluntarios en las técnicas de campo utilizadas por el Proyecto.
    - Apoyo en la organización y participación del proyecto en eventos científicos y no científicos.
    - Participar y asistir a eventos científicos y no científicos.
- Dos Investigadores Junior (cada uno):
  - Coordinación y administración:
    - Responsable de mantenimiento, revisión y actualización de la página web del proyecto.
    - Responsable del control y mantenimiento del equipo y materiales del proyecto, incluyendo equipos electrónicos e informáticos.
    - Responsable del control y mantenimiento de los archivos fotográficos y audio visuales del proyecto.
  - Investigación:
    - Colaborar en la organización y participar de las expediciones de campo para la evaluación cuantitativa de la vegetación y la colección de plantas en PNOT y PNSF.
    - Desarrollar proyectos de investigación dentro de los objetivos del proyecto y escribir artículos científicos.
    - Realizar la identificación taxonómica de las colecciones del proyecto.
    - Desarrollar proyectos de investigación dentro de los objetivos del proyecto y escribir artículos científicos.
  - Difusión y entrenamiento:
    - Responsable de difusión de la información del proyecto.
    - Apoyo en la organización y participación del proyecto en eventos científicos y no científicos.

- Participar y asistir a eventos científicos y no científicos.
- Dos técnicos de herbario (cada uno):
  - Curación, coordinación y administración:
    - Responsable del procesamiento de las colecciones del proyecto.
    - Responsable de recopilar y mantener la información básica de las colecciones en diferentes formatos (libretas de campo originales, fotocopias y escaneadas en formato PDF).
    - Responsable del ingreso de la información de las colecciones, actualización de identificaciones y corrección de problemas en Tropicos®.
    - Responsable del montaje de las colecciones del proyecto.
    - Responsable de la organización del equipamiento y víveres para las expediciones.
    - Responsable de la realización del trámite para la exportación de muestras, separación y envío de duplicados de las colecciones del proyecto a herbarios nacionales y al *Missouri Botanical Garden*, así como de la elaboración de informes sobre estos envíos.
    - Responsable del archivo bibliográfico del proyecto.
  - Difusión y entrenamiento:
    - Responsable del entrenamiento de estudiantes y voluntarios en el manejo de colecciones botánicas
    - Organizar la participación del proyecto en eventos científicos y no científicos.
- Dos jardineros de los Orquidearios (cada uno):
  - Curación, coordinación y administración:
    - Responsable del procesamiento de las colecciones del Orquideario.
    - Responsable de recopilar y mantener la información de las colecciones en diferentes formatos (plantas vivas, libretas de campo originales, fotocopias y escaneadas en formato PDF).
    - Responsable del ingreso de la información de las colecciones, actualización de identificaciones y corrección de problemas en Tropicos®.
    - Responsable de la organización y mantenimiento del orquideario.
  - Difusión y entrenamiento:
    - Responsable del entrenamiento de estudiantes y voluntarios en el manejo de la colección viva
    - Responsable de organizar visitas públicas al Orquideario.
- Cuatro estudiantes (cada uno):
  - Realizar su trabajo de tesis, en colaboración y bajo la supervisión de un investigador del proyecto.
  - Realizar su entrenamiento, en las diferentes actividades en las que se desenvuelve el proyecto.
  - Escribir por lo menos un artículo científico, relacionado a su trabajo de tesis.
  - Apoyo en la organización y participación del proyecto en eventos científicos y no científicos.
  - Participar y asistir a eventos científicos y no científicos.
  - Colaborar en otros procesos del proyecto cuando sea necesario.

## Proceso del inventario

Un inventario completo del PNOT y PNSF requerirá visitas repetidas a tantos lugares únicos (los ecosistemas, hábitats y microhábitats) como sea posible. Durante estas visitas el equipo va a hacer colecciones de todas las plantas que estén en floración y fructificación con el fin de documentar y asegurar la correcta identificación de las especies. Estos procesos se llevarán a cabo en todo

momento y todas las localidades visitadas, pero en particular a lo largo de los senderos de observación; se hará un esfuerzo especial para buscar e inventariar ecosistemas distintivos, tales como características geológicas raras (rocas y suelos especiales), manantiales, pantanos y quebradas, a lo largo de ríos, etc. para asegurar que no solo se inventarién los bosques maduros en superficies relativamente planas. El trabajo de inventario también se llevará a cabo durante la instalación de las parcelas de monitoreo. De esta manera, los organismos (por ejemplo, hierbas, epífitas, arbustos, etc.) que no forman parte explícita de los inventarios serán sin embargo recolectados y registrados. Abajo se proporciona información adicional sobre cómo se colectará a lo largo de senderos y dentro de parcelas de monitoreo. El equipo también va a poner énfasis especial a encontrar y documentar especies de especial interés para las áreas aledañas bajo explotación minera para documentar la rareza de estas especies (véase apéndice 2).

Se colectarán un mínimo de tres duplicados de especímenes de herbario de cada planta fértil. El primer juego de ejemplares será depositado en el herbario de la Universidad de Panamá (PMA), se enviará un duplicado al MBG y el tercer ejemplar se enviará para la identificación a un especialista en el grupo correspondiente. Los duplicados adicionales se dividirán equitativamente entre PMA y MBG, y se utilizarán para el intercambio con otros herbarios, lo que permite a ambas instituciones aumentar sus colecciones de material de Panamá y otros países. Solo en casos excepcionales se colectarán menos de tres duplicados. Si se colectar ejemplares únicos, se mantendrán en PMA; si se hacen dos ejemplares, entonces el duplicado de la MBG se enviará, si fuese necesario, en préstamo al especialista para su identificación.

Toda la información de las muestras será capturada en la base de datos Tropicos® del MBG, que garantizará la coherencia y precisión en el uso de nombres de plantas, colectores, autores y unidades geográficas. La base de datos proporciona un sistema eficiente, accesible y en línea para la gestión de identificaciones y otros datos, así como una manera simple para exportar y entregar datos como sea necesario para PMA y el Ministerio de Ambiente. La colección en general seguirá los procedimientos establecidos por Liesner (241) y Jørgensen et al. (242).

El Missouri Botanical Garden tiene una larga y amplia experiencia en la realización de inventarios en todo el mundo. MBG ha realizado inventarios desde el Cáucaso hasta China y Vietnam, desde Norteamérica hasta Chile y Argentina y en numerosos lugares de África y Madagascar. En Panamá, MBG fue instrumental en la publicación de la *Flora of Panama* que se inició en la década de 1940 y tiene un fuerte compromiso para renovar y continuar ese esfuerzo. La fuerza de MBG radica en el número de curadores que trabajan en América Latina, que será un activo clave para la identificación correcta y oportuna.

El proceso de identificar el material colectado seguirá estos procedimientos:

- El equipo panameño identificará el material recogido en el herbario de la Universidad de Panamá (PMA). Las identificaciones se consideran preliminares.
- Durante las visitas anuales al herbario del Missouri Botanical Garden, se corroborarán las identificaciones preliminares consultando la colección de herbario más grande de Panamá.

- Simultáneamente los especialistas que trabajan en el Missouri Botanical Garden recibirán material de a su área de experticia para identificación.
- En casos donde el especialista mundial no trabaja en el Missouri Botanical Garden, se enviará como regalo para la identificación (o préstamo) a especialistas en otras instituciones.

Estos procedimientos aseguran que un porcentaje muy alto del material recogido se identifique correctamente de una manera oportuna. La experiencia ha demostrado que después de un año cerca del 70% de las colecciones han sido identificadas, y después de tres años el 90% de las colecciones habrán sido nombradas correctamente.

### Establecimiento del sistema de monitoreo

Los 20 sitios de monitoreo serán seleccionados de acuerdo con el Comité Directivo para el inventario general y programa de monitoreo de PNSF y PNOT. El objetivo es inventariar todos los organismos (plantas y animales) en los mismos lugares para proveer un medio de comparación de la diversidad y uniformidad. En cada sitio seleccionado se escogerá un área de aproximadamente 4 km<sup>2</sup>. El sitio no necesita ser un cuadrado de 2 × 2 km, pero podría por ejemplo adoptar la forma de 1 × 4 km o de 1.5 × 2.7 km. Cada sitio de monitoreo tendrá un sendero de observación (bajo la forma de una serie de puntos GPS, trazando un sendero de seguimiento) y dos parcelas de 1 ha (100 × 100 m) con parcelas asociadas de 0.1-ha para muestreo de árboles pequeños y arbustos más grandes. El equipo llevará a cabo 4 viajes al año, y en cada uno se establecerá un sitio de monitoreo, de manera que durante los 5 años del proyecto propuesto se establecerán 20 sitios. La tabla 6 ofrece un resumen de cuántos sitios se ubicarán en cada zona de vida. Esto resultará en un leve sobre representación de Bosque Muy Húmedo Premontano, Bosque Muy Húmedo Tropical, Bosque Pluvial Montano Bajo y Bosque Seco Premontano, consecuentemente la zona de vida más grande, Bosque Pluvial Premontano, estará ligeramente menos representada.

**Tabla 6.** Área in km<sup>2</sup> de las diferentes zonas de vida dentro de los dos Parques Nacionales. Se encuentra el número de sitios relativos al área cubierta por las zonas de vida y el número ajustado de sitios a establecer.

| Zona de Vida                 | Número de sitios<br>proporcionales al área |              |           | Número ajustado de<br>sitios |           |           |
|------------------------------|--------------------------------------------|--------------|-----------|------------------------------|-----------|-----------|
|                              | PNOT                                       | PNSF         | Total     | PNOT                         | PNSF      | Total     |
| Bosque Húmedo Tropical       | 0.00                                       | 0.01         | 0.01      | 0                            | 0         | 0         |
| Bosque Muy Húmedo Premontano | 0.25                                       | 1.11         | 1.36      | 1                            | 1         | 2         |
| Bosque Muy Húmedo Tropical   | 1.56                                       | 2.01         | 3.57      | 2                            | 2         | 4         |
| Bosque Pluvial Montano Bajo  | 0.39                                       | 2.26         | 2.65      | 1                            | 2         | 3         |
| Bosque Pluvial Premontano    | 2.78                                       | 9.33         | 12.11     | 2                            | 8         | 10        |
| Bosque Seco Premontano       | 0.00                                       | 0.30         | 0.30      | 0                            | 1         | 1         |
| <b>Total</b>                 | <b>4.97</b>                                | <b>15.03</b> | <b>20</b> | <b>6</b>                     | <b>14</b> | <b>20</b> |

El sendero de observación en cada sitio, con seguimiento GPS, será 6 a 8 km de longitud. El sendero debe procurar cruzar todos los micro-hábitats disponibles dentro del sitio. Todas las plantas fértiles vistas a lo largo de la ruta serán colectadas y documentadas usando técnicas de herbario estándar, incluyendo documentación fotográfica de cada especie (241, 242). Cada 200 m, se establecerá un punto fijo con un GPS con lectura precisa de coordenadas (un total de 30–40 puntos), una serie de 8

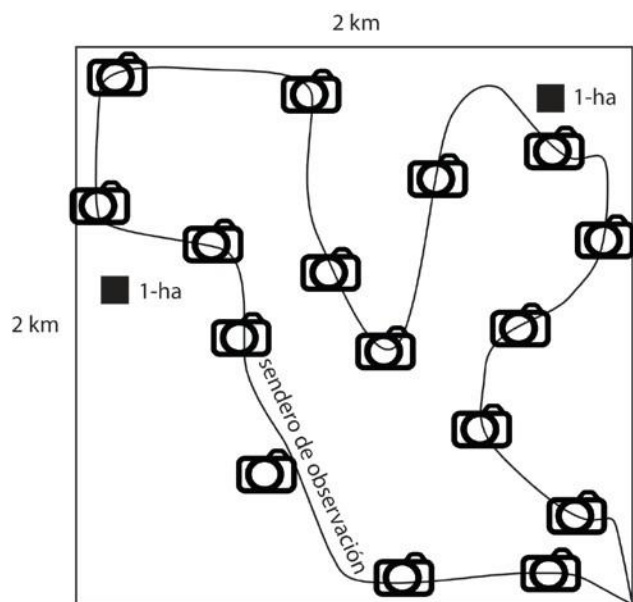


**Figura 2.** Ilustración del diseño de los sitios de monitoreo.

fotografías se realizarán en las direcciones de la brújula N, NE, E, SE, S, SW, W y NW, que luego se combinarán en una sola imagen que cubre toda el área alrededor de cada punto, proporcionando una ayuda visual para servir de base para el seguimiento de cambios durante el tiempo que se produzcan en la vegetación (composición y fisonomía). Estimamos que un equipo de dos personas será capaz de completar el sendero en 3–4 días (ver Figura 2). En todas las visitas posteriores al sitio se debe volver a muestrear el sendero y volver a fotografiar. Las fotografías estarán disponibles en la Página Web del proyecto.

Los usuarios de la Pagina Web podrán desplazarse a lo largo de la ruta virtual, de un punto a otro y observar la vegetación en

un panorama de 360 grados. La longitud total de todos los senderos será 120–160 km.

Una lista anotada, actualizada automáticamente cada día, para las áreas combinadas de PNSF y PNOT se desarrollará similar a la que puede verse en el sitio <http://tropicos.org/Project/MDICHK>.

Los métodos de las parcelas de árboles de 1 ha se establecieron inicialmente en 1958 (243) y más tarde refinados en 1979 (244) y 1992 (245). Las parcelas de monitoreo serán cuadradas (100 × 100 m) y seguirán los métodos detallados en Puerta-Piñero et al. (246) y Jørgensen et al. (242). Se establecerán

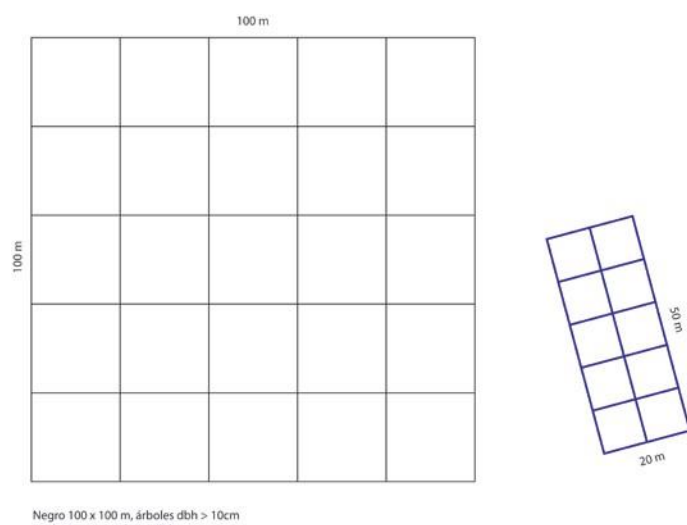


**Figura 3.** Distribución potencial de los dos tipos de parcelas. Cada sitio tendrá dos parcelas de 1-ha y dos de 0.1-ha.

dos parcelas de 1-ha en cada sitio. Datos de todos los tallos con un  $DAP \geq 10$  cm serán registrados y almacenados en un módulo (242) de Tropicos® similar a los que pueden verse en <http://tropicos.org/PlotSearch.aspx?projectid=20>. Los tallos se marcarán en forma permanente con placas de aluminio.

En las parcelas permanentes, se seleccionarán al azar cinco subparcelas (20 × 20 m). En los árboles en estas parcelas se

harán inventarios de musgos en tres niveles de altura:

- Nivel basal (hasta 0.5 m del suelo) incluyendo raíces expuestas.
- Nivel medio (0.5–1.3 m).
- Nivel superior (1.3 m hasta donde se pudiera alcanzar, aproximadamente 2 m)

Los musgos se asociaran con el árbol sobre el que se encuentren. Para cada inventario posterior, se seleccionará otro conjunto de subparcelas diferente al azar.

Adyacente a cada parcela de 1-ha se establecerá una parcela Gentry clásica de 0.1-ha (247, 248), los métodos utilizados también serán de acuerdo a Jørgensen et al. (242). Se recogerá información de todos los tallos con un DAP  $2.5 \geq \text{cm}$  y los datos también se almacenarán en el módulo de Tropicos®. Parcelas pequeñas por lo general no se utilizan para el monitoreo, pero el hacerlo ofrece una oportunidad de recopilar datos adicionales de valor potencial en árboles más pequeños. Todos los tallos serán marcados por lo que se puede volver a medir más adelante.

Los datos de ambos métodos son ampliamente utilizados dentro de Panamá y a nivel mundial. Los datos y resultados serán inmediatamente comparables y pueden utilizarse en estudios más amplios a nivel nacional e internacional.

### Re-medida de las parcelas

Aunque la re-medición de las parcelas no se realizará durante el primer periodo de 5 años del proyecto, es importante tener en cuenta que el tipo de parcelas y métodos han sido cuidadosamente seleccionados para que cuando se vuelva a medir se lo haga en forma eficiente, y para que el resultado sea significativo a largo plazo. El módulo de Tropicos® ha sido diseñado para que los estudios posteriores de parcelas pueden grabarse, no solo de los tallos presentes durante la primera medición, sino también para posteriores re-mediciones. También está preparado para grabar todos tallos muertos así como el reclutamiento de nuevos tallos en el área de la parcela.

### Orquídeas y otras epífitas

Las epífitas y en particular las orquídeas son un problema dentro de los procesos estándar de recolección. La taxonomía de orquídeas es altamente dependiente de la morfología floral, y la combinación de pequeñas flores delicadas con hojas grandes y gruesas casi siempre resulta en especímenes de baja calidad que son difíciles y a menudo completamente imposible de identificar. Además, el 90% de todas las orquídeas que se hallan en el campo se encuentran en estado estéril (249, 250) conduciendo a un claro subestimado de su diversidad e importancia de la flora. Por lo tanto sugerimos construir dos orquidearios (casas sombreadas), uno en cada estación de guardabosques del parque. Estos orquidearios permitirán trasplantar plantas estériles desde varias áreas de los parques hacia las estructuras sombreadas donde se pueden cultivar y cuando se produce la floración se pueden realizar especímenes de herbario de alta calidad. Esto ha demostrado ser un procedimiento de muestreo eficiente y rentable para epífitas, obtención de muestras líquidas en alcohol de flores de alta calidad, fotografías, así como tejido de hojas para análisis filogenéticos y tejido de la raíz análisis citológicos y estudio de micorrizas.



**Figura 4.** Ubicación de los orquidearios en África: (A) Rumpi Hills; (B) Massif du Chaillu y Minkébé; (C) Yokadouma; (D) orquidearios planificados en Kissangani y Ituri. El área de dosel de bosque (sombreado) se obtuvo de Mayaux et al. (251).

Estas estructuras tienen un historial probado en numerosos lugares, inclusive en Panamá. Recientemente Tariq Stévant, curador del MBG, ha establecido una red de orquidearios en África (Figura 4). Los métodos son particularmente eficaces para llevar a cabo inventarios cuidadosos de áreas específicas ya que se pueden cultivar todas las epifitas encontradas vivas. Por ejemplo, el número de especies conocidas en un inventario en São Tomé y Príncipe (Figura 4) se duplicó en solo un año (252, 253). Los orquidearios también pueden servir como una forma de

atracción turística donde visitantes, por medio de tours guiados de estos, pueden tener una impresión de la biodiversidad existente en los parques.

## Entrenamiento

El proyecto ha sido diseñado para incluir formación significativa de estudiantes panameños. Se prestará oportunidades educativas a 16 estudiantes de tesis que estarán directamente relacionados con sus temas de investigación. Cada uno recibirá una beca de 2 años para que pueda participar en el trabajo de campo; reunir los datos para su tesis en ecología, taxonomía o conservación — sobre temas que están estrechamente relacionados con los objetivos generales del proyecto. Se reclutarán estudiantes bajo el mismo procedimiento de los profesionales (véase arriba). También se brindará oportunidad para que un estudiante de maestría se matricule en la Universidad de Missouri-Saint Louis para desarrollar una tesis bajo la supervisión conjunta de personal del MBG y de los profesores de la universidad. Este esfuerzo será una importante contribución al fortalecimiento de la comunidad científica botánica en Panamá y producirá recursos humanos y experiencia que se necesita en el país.

El proyecto también desempeñará un papel en la divulgación científico para el público en general, aprovechando las oportunidades que surgen para compartir y presentar los resultados del trabajo llevado a cabo en los parques nacionales.

## Informes

Se elaborarán informes anuales que se presentarán al Ministerio de Ambiente. Estos informes incluirán:

- Una serie de transferencia de datos:
  - Libretas de campo y formularios de datos de las parcelas escaneados en formato PDF.

- Datos de las etiquetas de todas las colecciones hechas en el proyector usando el esquema de la base de datos Darwin.
- Datos de todos los individuos registrados en las parcelas (en formato TXT o CVS). No existe un formato uniformizado internacional para datos de parcelas, pero se trabajará con el Ministerio de Ambiente para asegurar que los datos exportados puedan ser recibidos por las bases de datos del ministerio.
- Fotografías en formato JPG.
- Bases de datos de acceso público
  - Reporte del avance de la necesidad de establecer bases de datos y páginas web (solo el primer año)
  - Resumen escrito de los contenidos de las bases de datos sobre:
    - Colecciones secas de herbario
    - Actualizaciones diarias de listados de familias, géneros y especies.
    - Colecciones vivas de orquídeas y otras epífitas
    - Monitoreo de las parcelas para árboles grandes y pequeños, arbustos y musgos.
- Descripción de actividades
  - Descripción de todas las actividades de los empleados referentes a sus responsabilidades
  - Descripción del trabajo de campo y de las observaciones en los senderos y parcelas
  - Descripción y resumen del nivel de identificación de las muestras colectadas
  - Descripción del avance de los proyectos de tesis
  - Descripción de otros proyectos de investigación relacionados
- Publicaciones
  - Copias en formato PDF de todas las publicaciones que surjan del proyecto
- Curriculum Vitae del proyecto
  - Copia de los alcances del proyecto en formato PDF

Los informes anuales para los años 2 – 4 no serán acumulativos, sino más bien un resumen de las actividades y resultados obtenidos durante los años respectivos. El informe final resumirá todas las actividades realizadas y los resultados obtenidos durante el período completo de 5 años.

Además de los informes anuales también se presentará informes provisionales cada seis meses. Estos informes consistirán en una serie de transferencia de datos estructurados como sigue:

- Una explicación breve de la transferencia de datos
  - Libretas de campo y formularios de datos de las parcelas escaneados en formato PDF.
  - Datos de las etiquetas de todas las colecciones hechas en el proyector usando el esquema de la base de datos Darwin.
  - Datos de todos los individuos registrados en las parcelas (en formato TXT o CVS). No existe un formato uniformizado internacional para datos de parcelas, pero se trabajará con el Ministerio de Ambiente para asegurar que los datos exportados puedan ser recibidos por las bases de datos del ministerio.
  - Fotografías en formato JPG.

Es nuestra intención, si así lo deseara el Ministerio de Ambiente, de desarrollar una interface en internet de manera que la persona (o personas) en el Ministerio de Ambiente puedan exportar la información de las etiquetas y de las parcelas independientemente del personal del proyecto.

## Cronograma del Proyecto

|                                                           | Primer año |     |     |     |     | Segundo año |     |     |     |     | Tercer año |     |     |     |     | Cuarto año |     |     |     |     | Quinto año |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------------------------------------------------------|------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Nombre de la tarea                                        | A-M        | J-J | A-S | O-N | D-E | F-M         | A-M | J-J | A-S | O-N | D-E        | F-M | A-M | J-J | A-S | O-N        | D-E | F-M | A-M | J-J | A-S        | O-N | D-E | F-M | A-M | J-J | A-S | O-N | D-E |
| Contratación del personal                                 |            |     |     |     |     |             |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Compra de materiales                                      |            |     |     |     |     |             |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Trabajo de campo                                          |            |     |     |     |     |             |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Construcción de los Orquidearios                          |            |     |     |     |     |             |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Procesamiento de materiales e información                 |            |     |     |     |     |             |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Identificación de colecciones en PMA y MBG                |            |     |     |     |     |             |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Transferencia de datos                                    |            |     |     |     |     |             |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Transferencia de datos y reporte anual                    |            |     |     |     |     |             |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Visita de PMJ                                             |            |     |     |     |     |             |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Visita de Tariq Stévant                                   |            |     |     |     |     |             |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Viaje a MBG                                               |            |     |     |     |     |             |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Establecimiento y actualizaciones del módulo de Tropicos® |            |     |     |     |     |             |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Establecimiento y actualizaciones del sitio web           |            |     |     |     |     |             |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Establecimiento de informes semi-automatizados            |            |     |     |     |     |             |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |

## Impacto

Los conocimientos botánicos obtenidos a través del proyecto se basan en información existente y colecciones, agregando significativamente no solo a lo que se sabe sobre las plantas que crecen en el PNSF y PNOT, sino también en donde se encuentran y cuan comunes pueden ser. Se estima que el proyecto acumulará un mínimo de 30.000 colecciones de las áreas protegidas, que multiplicará por tres las colecciones disponibles en la actualidad y sin duda también aumentar el número de especies registradas en el área, así como en Panamá, incluyendo especies nuevas para la ciencia o que no se había colectado antes en Panamá. Las muestras generadas por el proyecto proporcionarán ejemplares que pueden ser estudiados durante cientos de años y proporcionarán una base mucho más firme para trabajos taxonómicos y conservación en el futuro.

El inventario de las parcelas y senderos proporcionará información ecológica sobre la composición y estructura de las diferentes zonas de vida, que no solo servirán a las áreas propiamente, sino que será una ventaja considerable en las comparaciones a gran escala, tanto nacional como internacionalmente. El método aplicado también servirá de referencia para monitoreos en el futuro y facilitará enormemente el manejo informado de las áreas protegidas.

Toda la información resultante del proyecto estará disponible para el público y servirá como un valioso recurso de información y educación a los visitantes del parque. El sitio web que desarrollará también hará posible experimentar virtualmente los aprox. 150 km de senderos con vistas panorámicas cada 200 metros. Esto contribuirá sin duda a aumentar el interés en el sistema de parques nacionales, y potencialmente conducir a un aumento en el número de visitantes.

Los componentes educativos no solo contribuirán a la ejecución exitosa del proyecto, sino también incrementarán el número de buenos profesionales botánicos en la comunidad científica de Panamá. Específicamente, el proyecto permitirá a 16 estudiantes obtener su título universitario superior en Panamá y al menos uno tendrá la oportunidad para continuar hacia un título de postgrado en los Estados Unidos.

La propuesta aquí presentada ofrece una oportunidad muy prometedora y novedosa de colaboración entre el gobierno de Panamá y la comunidad científicas nacional e internacional, que tendrá un amplio impacto en una variada gama de áreas clave que son críticos para entender y conservar el patrimonio natural único de Panamá.